



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **07320435 A**(43) Date of publication of application: **08.12.95**

(51) Int. Cl

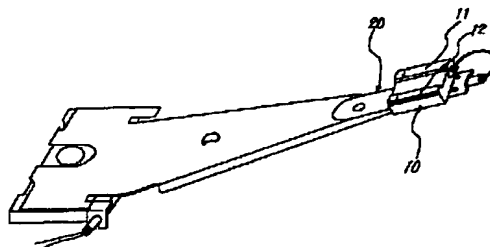
G11B 21/21(21) Application number: **07063757**(22) Date of filing: **23.03.95**(30) Priority: **31.03.94 JP 06 62214**(71) Applicant: **NEC CORP**(72) Inventor: **WATANABE MAKOTO
NAWATA TAKASHI**(54) **MAGNETIC HEAD ASSEMBLY AND MAGNETIC
DISK DEVICE FORMED BY USING THE SAME** 9.1×10^{-6} in addition to the constitution described above.

COPYRIGHT: (C)1995,JPO

(57) Abstract:

PURPOSE: To obtain a magnetic head assembly which has less deformation of crown than heretofore by constituting the magnetic head assembly in such a manner that the coefft. of thermal expansion of a gimbal spring is higher than the coefft. of thermal expansion of a slider.

CONSTITUTION: The magnetic head assembly is so constituted as to include the slider 10 and the gimbal spring 20 on which the slider 10 is mounted and has a coefft. of thermal expansion at 20 to 80°C larger by 10 to 60% than the coefft. of thermal expansion of the slider. The materials and characteristics of the slider 10 and the spring 20 are specified in order to make the effect of the constitution more remarkable. Namely, the slider 10 is so constituted as to contain carbide alumina titanate and that the spring 20 is so constituted as to include 25 to 30% by weight cobalt, 8 to 12% by weight chromium, and 15 to 30% by weight nickel. The magnetic head assembly is so constituted that the coefft. of thermal expansion at 20 to 80°C is 6.3×10^{-6} to



BEST AVAILABLE COPY

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-320435

(43) 公開日 平成7年(1995)12月8日

(51) IntCl.⁶

G 1 1 B 21/21

識別記号

1 0 1 K

庁内整理番号

8224-5D

P 8224-5D

F I

技術表示箇所

審査請求 有 請求項の数10 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平7-63757

(22) 出願日 平成7年(1995)3月23日

(31) 優先権主張番号 特願平6-62214

(32) 優先日 平6(1994)3月31日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(72) 発明者 渡辺 真

茨城県真壁郡関城町関館字大茶367の2

茨城日本電気株式会社内

(72) 発明者 縄田 尊司

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

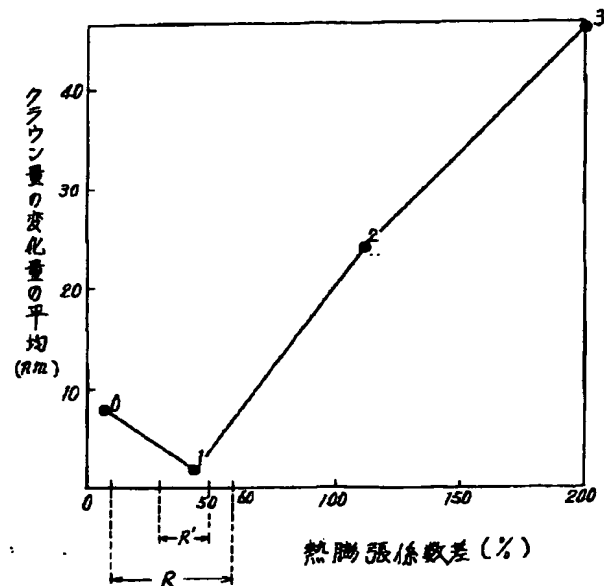
(74) 代理人 弁理士 京本 直樹 (外2名)

(54) 【発明の名称】 磁気ヘッド組立体及びこれを用いた磁気ディスク装置

(57) 【要約】

【目的】 温度変化に伴うスライダ10の変形を防止する。

【構成】 スライダ10は、ジンバルスプリング20に接着される。ジンバルスプリング20の熱膨張係数が、スライダ10の熱膨張係数よりも、10~60%大きくなるように、スライダ10およびジンバルスプリング20の材料が選定される。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 スライダと、

このスライダが接着され、20℃乃至80℃における熱膨張係数が前記スライダの熱膨張係数よりも10%乃至60%大きい熱膨張係数を有するジンバルスプリングとを含むことを特徴とする磁気ヘッド組立体。

【請求項2】 前記スライダがアルミナチタン酸カーバイトを含むことを特徴とする請求項1記載の磁気ヘッド組立体。

【請求項3】 前記ジンバルスプリングが重量比25%乃至30%のコバルトと重量比8%乃至12%のクロムと重量比15%乃至30%のニッケルとを含むことを特徴とする請求項2記載の磁気ヘッド組立体。

【請求項4】 前記ジンバルスプリングの20℃乃至80℃における熱膨張係数が 6.3×10^{-6} 乃至 9.1×10^{-6} であることを特徴とする請求項3記載の磁気ヘッド組立体。

【請求項5】 前記スライダの浮上面にクラウンが形成されていることを特徴とする請求項1記載の磁気ヘッド組立体。

【請求項6】 前記スライダの前記クラウンが、一部に凹曲面を有する治具の前記凹曲面に材料部材の下面を押しつけ前記治具の前記凹曲面と前記材料部材の前記下面とを接着する第1の工程と、前記材料部材の上面を平面状に形成する第2の工程と、前記材料部材を前記治具から取り外す第3の工程とによって形成されたものであることを特徴とする請求項5記載の磁気ヘッド組立体。

【請求項7】 スライダと、このスライダが取り付けられ、前記スライダの熱膨張係数よりも10%乃至60%大きい熱膨張係数を有するジンバルスプリングとを含むハードディスク装置。

【請求項8】 磁気ヘッドと、この磁気ヘッドが取り付けられ、前記磁気ヘッドの熱膨張係数よりも10%乃至60%大きい熱膨張係数を有する金属弾性部材とを含むフロッピーディスク装置。

【請求項9】 前記スライダと前記ジンバルスプリングとを接着する接着剤がエポキシ系の接着剤であることを特徴とする請求項1記載の磁気ヘッド組立体。

【請求項10】 前記接着剤が熱硬化型の接着剤であることを特徴とする請求項9記載の磁気ヘッド組立体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、磁気ディスク装置で用いられる磁気ヘッド組立体に関する。

【0002】

【従来の技術】 ハードディスク装置およびフロッピーディスク装置の磁気ヘッド組立体は、スライダとジンバルスプリングとを含む。スライダは、極めて固い、耐摩耗性を有する部材である。スライダの典型的な材料は、セ

ラミック、フェライトなどの金属酸化物焼結体である。スライダには、磁気媒体上の磁気を電気信号に変換する電磁変換素子を取り付けられる。また、スライダそのものが電磁変換器の一部を兼ねる場合もある。スライダは、接着剤により、ジンバルスプリングに取り付けられる。ジンバルスプリングは、弾性を有する金属の部材である。典型的なジンバルスプリングの材料はステンレスである。ジンバルスプリングは、スライダを磁気記録媒体上に、弾性的に保持する。

【0003】 ジンバルスプリングはスライダを磁気記録媒体上に押圧する。したがって、磁気記録媒体が静止しているとき、スライダは磁気記録媒体に接触している。磁気記録媒体が回転を始めると、スライダに浮揚力が生じる。この浮揚力によって、スライダは浮上する。磁気記録媒体が回転しているときは、スライダと磁気記録媒体の間には、微小な間隙が生じる。そして、磁気記録媒体が回転を停止すると、スライダは再び磁気記録媒体に接触する。スライダのこのような動作をコンタクト・スタート・ストップという。

【0004】 一般的なスライダの形状は、図8に示されている。図8を参照すると、スライダ10はジンバルスプリング20に取り付けられている。スライダ10は、浮上面11および12を有する。

【0005】 図9を参照すると、浮上面11および12は、僅かに凸状に湾曲した形状に形成される。この湾曲した部分は、クラウンと呼ばれる。またクラウンの高さCを、以後、クラウン量Cと呼ぶ。ここで、クラウンの高さCとは、浮上面11および12の端点XおよびYを結ぶ直線と、浮上面11および12上でこの直線からの距離が最大となる点Zまでの距離Cを指す。縦2mm、横幅0.3mmの浮上面の場合、クラウン量Cは0.05μm程度である。クラウンを設けることにより、媒体とスライダが吸着するのを防止することができる。また、クラウンはヘッドの浮上を早める働きがある。すなわち媒体のスピードが低くてもヘッドを媒体から早く浮上させることができる。これは、媒体の耐久性の向上に役立つ。また、浮上面11および12のディスク進行方向端部には、角度約30分の面取り部が形成されている。面とり部によって、スライダに浮揚力が発生する。

【0006】 磁気記録装置の動作を正常に保つためには、浮上中のスライダ10の運動および姿勢を一定に保たなくてはならない。浮上中のスライダ10の運動および姿勢は、スライダ10の浮上面11および12の形状に影響される。スライダ10の運動および姿勢を一定に保つには、浮上面11および12の形状、すなわちクラウンの形状を一定に保たねばならない。

【0007】 ところで、クラウンは熱変化に伴って大きく変形することが知られている。このクラウン変形は、クラウン量Cの変化でとらえることができる。熱変化に伴うクラウン量Cの変化率は、50%を越えることもあ

る。

【0008】熱変化に伴うクラウンの変形を抑制するための技術の一例（以下「従来技術」という）は、実開平1-133362号に記載されている。この従来技術は、磁気ヘッドをジンバルスプリングに接着したときに、この磁気ヘッドが変形する現象を解消することを目的としている。この場合、磁気ヘッドの変形の原因は、接着前後の温度差にある。なお、従来技術で磁気ヘッドと呼ばれるものは、スライダに相当する部材である。

【0009】従来技術では、磁気ヘッドとジンバルスプリングの間の熱膨張係数の相違に、磁気ヘッドの変形の原因があると推定している。そして、磁気ヘッドとジンバルスプリングの熱膨張係数を一致させることにより、磁気ヘッドの変形を防止しようとしている。すなわち従来技術では、磁気ヘッドの材料としてアルミナチタン酸カーバイト（ Al_2O_3TiC ）を、ジンバルスプリングの材料として43w%Niを、それぞれ採用している。この場合、磁気ヘッドおよびジンバルスプリングの熱膨張係数は、 7.9×10^{-6} でほぼ一致する。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】ところが、従来技術の構成では磁気ヘッドの変形が防止できないことが、発明者による実験によって明らかになった。以下この実験を実験0と呼ぶ。実験0では、スライダの材料はアルミナチタン酸カーバイト、ジンバルスプリングの材料はNiを42wt%含む42合金である。

【0011】実験に先立って、アルミナチタン酸カーバイトの熱膨張係数が測定された。この結果が図10に記載されている。この測定では、6つの試料について熱膨張係数が測定された。測定は10℃毎に行われた。この測定結果を平均したところ、アルミナチタン酸カーバイトの熱膨張係数は、0℃～80℃の範囲で、約 5.7×10^{-6} であることが判明した。

【0012】一方、42合金の熱膨張係数は 6.0×10^{-6} であった。熱膨張係数差Dという量を $(E1/E2) - 1$ で定義すると、Dは約5%である。ただし、E1はジンバルスプリングの熱膨張係数、E2はスライダの熱膨張係数である。熱膨張係数差が5%ということは、スライダの熱膨張係数とジンバルスプリングの熱膨張係数とがほぼ一致していることを示す。

【0013】実験0の結果は図11のグラフに示されている。

【0014】図11のグラフにおいて、横軸は温度を、縦軸はクラウン量Cを、それぞれ示す。図中、黒丸は温度上昇時の測定値を、白丸は温度下降時の測定値を、それぞれ示す。すなわち、この実験では、温度を20℃～40℃へ上昇させながらクラウン量Cを測定した後、温度を再び20℃へ下降させながらクラウン量Cを測定した。この一連の測定により1回の試行としている。1回の試行の測定値は曲線で結ばれている。実験では、クラ

ウン量Cの異なる3つのスライダ10について、3回の試行が行われた。図11には、3回の試行の結果が示されている。

【0015】この実験の結果、温度変化20℃あたりのクラウン量Cの変化量の平均は8nmであった。つまり、従来技術の構成によるクラウンの変形防止効果は、十分でないことがわかる。

【0016】

【課題を解決するための手段】本発明は上述の課題に鑑み、従来のものよりも、よりクラウンの変形が少ない磁気ヘッド組立体を提供することを目的とする。この目的を達成するため、実験を実施した結果、ジンバルスプリングの熱膨張係数をスライダの熱膨張係数よりも大きく設定したときに、クラウンの変形がより防止できるという現象を発見した。これは従来の技術常識では、予想外の結果であった。

【0017】この実験結果に基づき、上述の目的を達成するため、本発明の以下の実施態様では、スライダおよびジンバルスプリングの熱膨張係数が、特定の関係を満たすように設定される。つまり、ジンバルスプリングの変形がスライダの変形を相殺するように、両者の熱膨張係数が設定される。より具体的には、ジンバルスプリングの熱膨張係数が、スライダの熱膨張係数よりも、所定割合だけ大きく設定される。

【0018】本発明の1つの実施態様では、スライダと、このスライダが取り付けられ20℃～80℃の熱膨張係数が前記スライダの熱膨張係数よりも10%乃至60%大きい熱膨張係数を有するジンバルスプリングとを含むように、磁気ヘッド組立体が構成される。本発明の他の実施態様では、上述の構成の効果をより顕著にするために、ジンバルスプリングの熱膨張係数は、スライダのものよりも30%乃至50%大きく設定される。本発明の他の実施態様では、上述の構成の効果をより顕著にするために、ジンバルスプリングの熱膨張係数は、スライダのものよりも約46%大きく設定される。

【0019】本発明の以下の実施態様は、以上の構成の効果をより顕著なものとするために、スライダおよびジンバルスプリングの材料および特性を特定するものである。すなわち、本発明の他の実施態様では、以上の構成に加え、スライダがアルミナチタン酸カーバイトを含み、ジンバルスプリングが重量比25%乃至30%のコバルトと重量比8%乃至12%のクロムと重量比15%乃至30%のニッケルとを含むように、磁気ヘッド組立体が構成される。本発明の他の実施態様では、以上の構成に加え、ジンバルスプリングの20℃乃至80℃における熱膨張係数が 6.3×10^{-6} 乃至 9.1×10^{-6} であるように磁気ヘッド組立体が構成される。本発明の他の実施態様では、上述の構成の効果をより顕著にするために、ジンバルスプリングの20℃乃至50℃における熱膨張係数が約 8.3×10^{-6} に設定される。

【0020】本発明の次の実施態様では、クラウンの変形が特に問題となることに鑑み、以上の構成が、浮上面にクラウンが形成されたスライダに適用される。すなわち、本発明の他の実施態様では、浮上面にクラウンが形成されたスライダと、このスライダが取り付けられ前記スライダの熱膨張係数よりも10%乃至60%大きい熱膨張係数を有するジンバルスプリングとを含むように、磁気ヘッド組立体が構成される。

【0021】本発明の以下の実施態様では、以上の構成に加えて、クラウンの形成方法が特定される。スライダの変形の原因の1つとして、クラウン形成時の問題が推定されるためである。すなわち、本発明の他の実施態様では、一部に凹曲面を有する治具の凹曲面に材料部材の下面を押しつけ治具の凹曲面と材料部材の下面とを接着する第1の工程と、材料部材の上面を平面状に形成する第2の工程と、材料部材を治具から取り外す第3の工程とによってクラウンが形成されたスライダが、上述の構成に適用される。

【0022】本発明の以下の実施態様は、以上の構成を磁気ディスク装置に適用した構造を示している。すなわち、本発明の他の実施態様では、スライダと、このスライダが取り付けられ、前記スライダの熱膨張係数よりも10%乃至60%大きい熱膨張係数を有するジンバルスプリングとを含むように、ハードディスク装置が構成される。本発明の実施態様では、磁気ヘッドと、この磁気ヘッドが取り付けられ、前記磁気ヘッドの熱膨張係数よりも30%乃至50%大きい熱膨張係数を有する金属弾性部材とを含むように、ハードディスク装置が構成される。

【0023】

【実施例】次に、図面を参照して、本発明の1実施例について説明する。

【0024】図1を参照すると、本発明の磁気ヘッド組立体は、スライダ10とジンバルスプリング20とを含む。

【0025】スライダ10は、図8に示されるものと同じ構成である。スライダ10の外径は、縦約2mm、横約1.5mm、高さ約0.5mmである。また、クラウン量Cは50 μ mである。スライダ10の材料は、アルミナチタン酸カーバイトである。アルミナチタン酸カー

バイトは、硬質セラミックである。

【0026】25℃～900℃におけるアルミナチタン酸カーバイトの熱膨張係数は、公称で7.9 $\times 10^{-6}$ である。しかしながら、実験0に際して実施した測定では、本実施例のスライダ10の熱膨張係数は、20℃～80℃の範囲で、約5.7 $\times 10^{-6}$ であった。

【0027】ジンバルスプリング20の外径は、縦幅約5mm、横幅約1.0mm、厚さ約0.05mmである。ジンバルスプリング20は、CoCrNi系のパネ

グ20は、コバルト20～30wt%、クロム8～12wt%、およびニッケル15～30wt%を主成分とする金属である。ジンバルスプリング20を構成するその他の組成物は、主に鉄である。セイコー電子部品株式会社製造のスプロン#200という製品は、以上の組成を満たす恒弾性合金である。後述する比較実験では、スプロン#200が、ジンバルスプリング20の材料に使用された。

【0028】20℃～80℃におけるジンバルスプリング20の熱膨張係数は、約8.3 $\times 10^{-6}$ である。したがって、スライダ10とジンバルスプリング20の熱膨張係数差は約46%であった。参考までに、0℃から50℃におけるジンバルスプリング20の熱膨張係数は、7.3 $\times 10^{-6}$ であった。

【0029】スライダ10は、接着剤によってジンバルスプリング20に接着された。接着剤はエポキシ系の熱硬化型接着剤が使用された。具体的には、東レ株式会社製のハイゾールEA9430が使用された。

【0030】スライダ10の浮上面11および12のクラウンは、以下の方法で形成された。

【0031】図2(a)を参照すると、上面41が凹曲面に形成された治具40が用いられる。また、部材30はアルミナチタン酸カーバイトからなる。加工の後、部材30はスライダ10になる。

【0032】図2(b)を参照すると、第1のステップにおいて、接着剤42によって、部材30の下面が、治具40の上面41に接着される。湾曲した上面41に接着されることにより、部材30は湾曲する。湾曲した部材30内には、応力が存在する。

【0033】図3(a)を参照すると、第2のステップにおいて、部材30の上面31が平坦に加工される。

【0034】図3(b)を参照すると、第3のステップにおいて、部材30が治具40から取り外される。このとき、部材30内部の応力が解放される。これによって、部材30の下面の湾曲は解消される。一方、これに伴って、部材30の上面が湾曲する。この湾曲がクラウンとなる。

【0035】次に、図4～6および図11を参照して、本実施例の効果を検証するための比較実験の結果について説明する。

【0036】本実験では、スライダ10のクラウン量Cの温度変化が測定される。実験は、熱膨張係数が異なる3つのジンバルスプリング20に対して行われた。

【0037】実験方法は、図11に示される実験の場合と同じである。すなわち、温度を20℃から40℃へ上昇させながらクラウン量Cを測定した後、温度を再び20℃へ下降させながら更にクラウン量Cを測定した。この一連の測定が1回の試行となる。実験では、クラウン量Cが異なる複数のスライダ10について、1回ずつの試行が行われた。

7

【0038】実験の結果は、図4～6および図11に示されている。各図において、横軸は温度を、縦軸はクラウン量Cを、それぞれ示す。図中、黒丸は温度上昇時の測定値を、白丸は温度下降時の測定値をそれぞれ示す。

【0039】上述した本実施例の磁気ヘッド組立体に対する実験結果は図4に示されている。この実験を実験1という。実験1では、スライダ10とジnPバルスプリング20の熱膨張係数差は46%である。図4を参照すると、この場合、3回の試行の全てにおいて、クラウン量Cがほとんど変化していないことがわかる。3回の試行の結果得られたクラウン量Cの変化量の平均は、2nmであった。

【0040】図5は、スライダ10とジnPバルスプリング20の熱膨張係数差が110%である場合の実験結果を示す。すなわち、ジnPバルスプリング20の熱膨張係数は、 12.0×10^{-6} である。この実験を実験2という。ジnPバルスプリング20の材料としては、セイコー電子部品株式会社製のスプロン#100を用いた。図5を参照すると、4回の試行の全てにおいて、クラウン量Cが大きく変化していることがわかる。4回の試行の結果得られたクラウン量Cの変化量の平均は24nmであった。

【0041】図6は、スライダ10とジnPバルスプリング20の熱膨張係数差が198%である場合の実験結果を示す。すなわち、ジnPバルスプリング20の熱膨張係数は、 17.0×10^{-6} である。この実験を実験3という。ジnPバルスプリング20の材料としては、ステンレスを用いた。図6を参照すると、2回の試行の全てにおいて、クラウン量Cが大きく変化していることがわかる。2回の試行の結果得られたクラウン量Cの変化量の平均は46nmであった。

【0042】次に、図面を参照して、以上の比較実験の解析結果について説明する。

【0043】図7は、実験0～3により得られたクラウン量Cの変化量の平均を示すものである。図7において、横軸は熱膨張係数差を、縦軸はクラウン量Cの変化量の平均を、それぞれ示す。測定結果は黒丸で示されている。黒丸に付された番号は、実験番号を示す。

【0044】図7を参照すると、実験0～3の結果の間を直線で結んだ場合、少なくとも熱膨張係数差が10%から60%の範囲Rでは、熱膨張係数差が5%の場合よりも、クラウン量Cの変化が少ないことがわかる。つまり、スライダ10とジnPバルスプリング20の熱膨張係数差を範囲Rに設定することにより、従来技術よりも有効に、クラウンの変形を防止できることがわかる。これは、本発明前の技術常識に反する結果であり、予想外の結果であった。

【0045】クラウンの変形防止をより確実にするためには、熱膨張係数差の範囲を30%から50%の範囲R'に限定すればよい。また、さらに効果を顕著にする

8

ためには、熱膨張係数差を約46%に設定すればよい。

【0046】次に、本実施例によって、クラウンの変形が防止できる理由について考察する。この点に関し、確実な理由はわかっていない。しかしながら、スライダ10単体の変形という現象が、理由の有力な候補となると考えられる。すなわち、スライダ10には、上述した製造方法によりクラウンが形成される。このとき、湾曲されたスライダ10内部には、応力が生じる。この応力は治具40から分離された後も残存する。そして、温度の上昇に伴い、この応力の影響が顕著となり、スライダ10が変形する。つまり、ジnPバルスプリング20との熱膨張係数の差異による影響を除いても、スライダ10は単独で変形する。そして、ジnPバルスプリング20の熱膨張係数をスライダ10のものよりも10～60%高く設定することにより、スライダ10単独の変形が解消されると考えられる。つまり、ジnPバルスプリング20の変形が、スライダ10単独の変形を相殺すると考えられる。

【0047】次に、本実施例の別の実施態様について説明する。

【0048】また、本発明のスライダ10とジnPバルスプリング20の材料は、熱膨張係数差が10～60%となるものであれば何でも良く、上述の実施例で挙げた材料には限定されない。例えば、スライダ10の材料としてチタン酸カルシウム系セラミックスを、ジnPバルスプリング20の材料としてSUS304ステンレスを、それぞれ採用した場合も、同様の効果が得られる。

【0049】また、本発明の構成は、ハードディスク装置だけでなく、フロッピーディスク装置にも適用可能である。本発明の構成が適用された磁気ディスク装置では、従来のものよりも正確に情報の読出/書込を行うことができる。

【0050】

【発明の効果】以上説明したように、本発明では、ジnPバルスプリング20の熱膨張係数がスライダ10の熱膨張係数よりも10～60%高くなるように、磁気ヘッド組立体が構成される。そして、このような構成を採用したことによって、本発明は、従来技術よりも有効に、スライダ10の変形を防止することができる、という効果を達成することができる。この結果、本発明の磁気ヘッド組立体が適用される磁気ディスク装置では、従来のものよりも正確に情報の読出/書込を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施例の磁気ヘッド組立体の外観を示す斜視図。

【図2】本発明の第1の実施例のスライダ10の製造方法を示す図。

【図3】本発明の第1の実施例のスライダ10の製造方法を示す図。

【図4】本発明の第1の実施例の効果を検証する実験の

結果を示す図。

【図5】本発明の第1の実施例の効果を検証する実験の結果を示す図。

【図6】本発明の第1の実施例の効果を検証する実験の結果を示す図。

【図7】本発明の第1の実施例の効果を検証する実験の結果を示す図。

【図8】スライダ10の構造を示す図。

【図9】クラウン量Cを説明する図。

【図10】アルミナチタン酸カーバイドの熱膨張係数の測定結果を示す図。

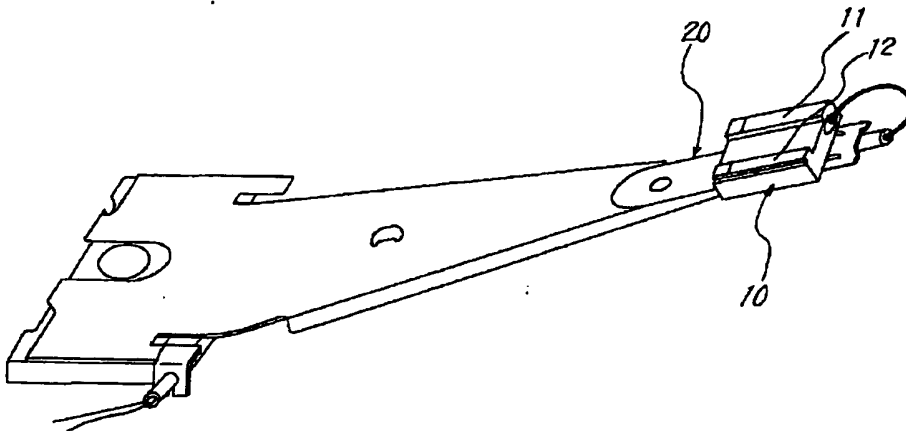
【図11】従来技術のクラウン量Cの温度変化を検証す

る実験の結果を示す図。

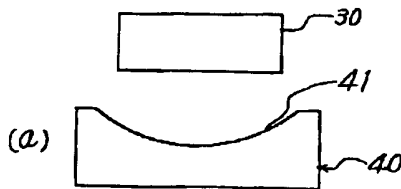
【符号の説明】

- | | |
|----|-----------|
| 10 | スライダ |
| 11 | 浮上面 |
| 12 | 浮上面 |
| 20 | ジンバルスプリング |
| 30 | 部材 |
| 31 | 上面 |
| 40 | 治具 |
| 41 | 上面 |
| 42 | 接着剤 |
| C | クラウン量 |

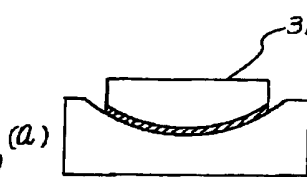
【図1】



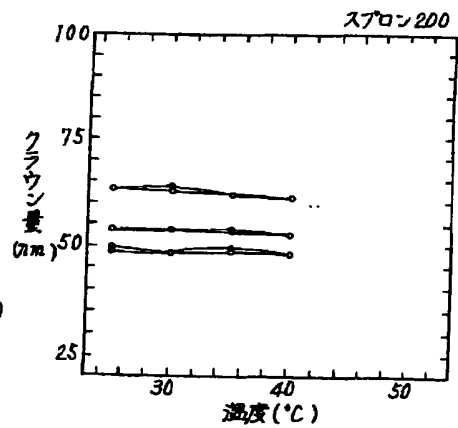
【図2】



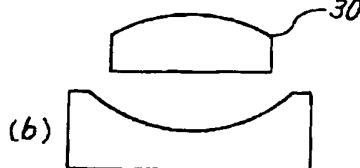
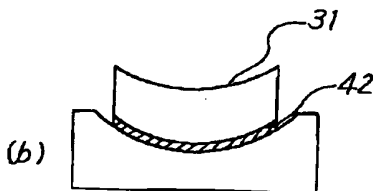
【図3】



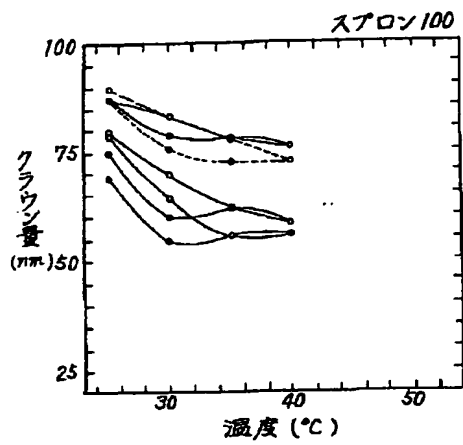
【図4】



熱膨張係数差 = 46%

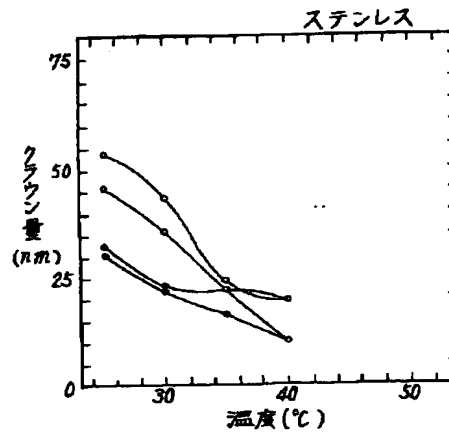


【図5】



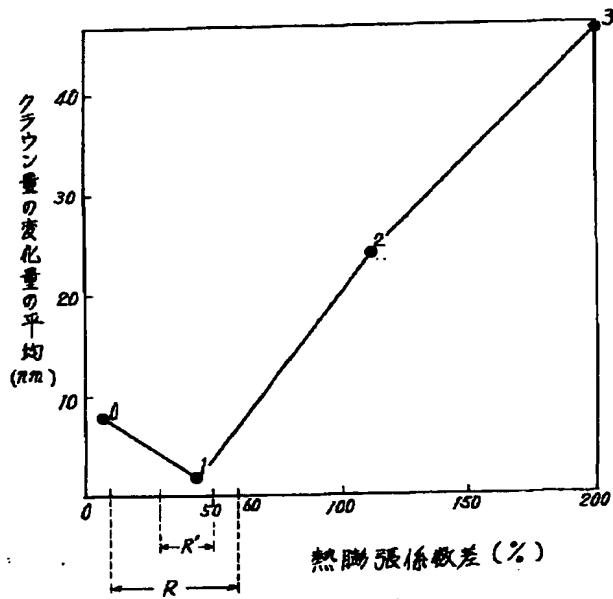
熱膨張係数差 = 110%

【図6】

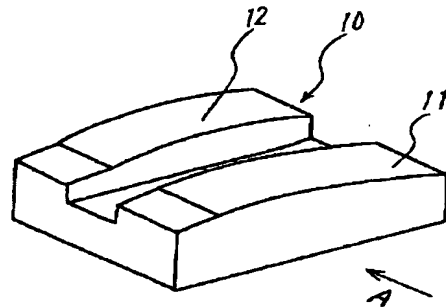


熱膨張係数差 = 198%

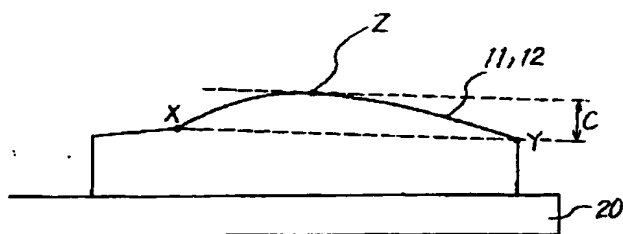
【図7】



【図8】



【図9】

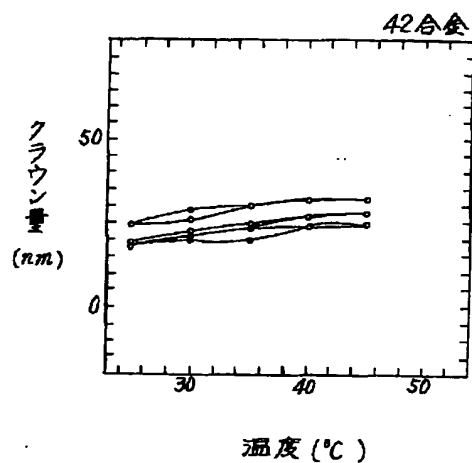


【図10】

温度	1	2	3	4	5	6
0~10(5)	5.58046	5.48765	5.65228	5.47015	5.48277	5.36164
10~20(15)	5.65449	5.52813	5.54413	5.52326	5.5328	5.55054
20~30(25)	5.53177	5.54857	5.53373	5.55346	5.47363	5.51856
30~40(35)	5.5117	5.56913	5.61023	5.4227	5.22245	5.51763
40~50(45)	5.60301	5.5618	5.54809	5.54341	5.05186	5.5703
50~60(55)	5.56016	5.50684	5.82846	5.85924	4.94746	5.70866
60~70(65)	5.86008	5.81764	5.85132	5.88132	5.02828	6.08034
70~80(75)	5.90796	5.88361	5.98678	5.99029	5.61701	6.00217
80~90(85)	6.1543	6.02894	6.15596	6.06756	5.94883	6.20681
90~100(95)	6.25167	6.12821	6.22008	6.35116	6.2589	6.43073
平均値	5.76154	5.712042	5.793106	5.76626	5.456399	5.794738

【図11】

● — ● 低温 → 高温
○ — ○ 高温 → 低温



熱膨張係数差 = 5%

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

THIS PAGE BLANK (USPTO)